

IRON CORE MOVABLE TYPE LINEAR OSCILLATOR AND LINEAR COMPRESSOR

Publication number: JP11187638 (A)

Publication date: 1999-07-09

Inventor(s): INOUE MASAYA; HARA SHOICHIRO; KAWAGUCHI SUSUMU;
TSUNODA MASAYUKI

Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- International: F04B35/04; H02K33/00; F04B35/00; H02K33/00; (IPC1-7): H02K33/00; F04B35/04

- European:

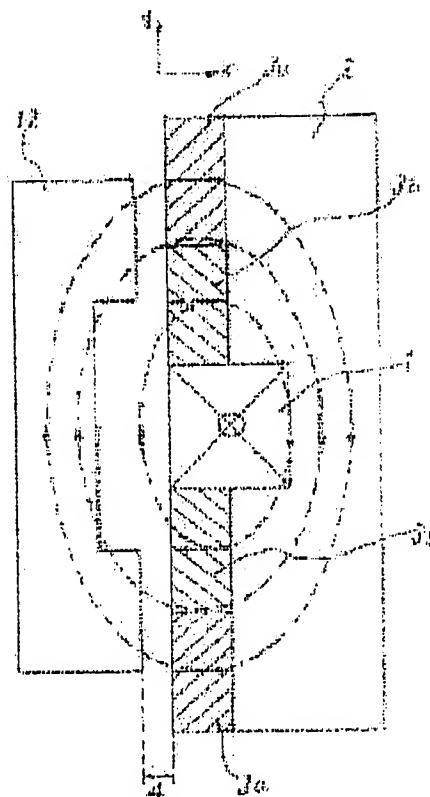
Application number: JP19970351209 19971219

Priority number(s): JP19970351209 19971219

Abstract of JP 11187638 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a highly efficient oscillator with small coil inductance by fitting at least one set of permanent magnets with the one that has the same polarizing direction as the magnetic flux direction of the coil, and the one that has the opposite polarizing direction facing the air-gap in the magnetic flux magnetic circuit of a stator iron core coil taken as one set. **SOLUTION:**

Permanent magnets 3a, 3b are polarized respectively in the +x or *direction of a coordinate axis. The permanent magnets 3a, 3b are constituted of permanent magnets formed integrally or by disposing two or more segment magnets with a different polarizing direction.; The polarizing direction of the permanent magnets 3a, 3b at the upper and lower parts of a coil 1 is the same as the generated field direction of the coil 1, therefore, the permanent magnets 3a, 3b at the upper and lower parts of the coil 1 are magnetized, and the polarizing direction of the permanent magnets 3a, 3b at the upper and lower parts of the coil 1 is different from the generated field direction of the coil 1, so that the permanent magnets 3a, 3b at the upper and lower parts of the coil 1 are demagnetized. It is thus possible to move a movable iron core 12 to a position, where the magnetic circuit of a composite magnetic field is formed, and generate thrust.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-187638

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.^o

H 0 2 K 33/00

F 0 4 B 35/04

識別記号

F I

H 0 2 K 33/00

F 0 4 B 35/04

A

審査請求 未請求 請求項の数14 ○L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-351209

(22) 出願日 平成9年(1997)12月19日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 井上 正哉

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 原 正一郎

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 川口 進

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

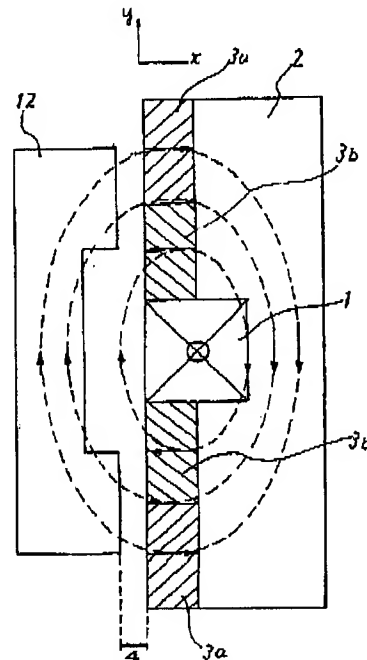
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄心可動型リニア振動子及びリニア圧縮機

(57) 【要約】

【課題】 コイルインダクタンスが小さく高効率な鉄心可動型リニア振動子を得る。

【解決手段】 交番磁界を発生するコイル1、コイル1に固定された固定鉄心2、固定鉄心2と空隙4を介して配置された可動鉄心12、固定鉄心2のコイル1の磁束磁路中の空隙4に面して、コイル1の磁束方向と同じ着磁方向のものとコイル1の磁束方向と反対の着磁方向のものとを一組として少なくとも一組以上配置した永久磁石3を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された固定鉄心、この固定鉄心と空隙を介して配置された可動鉄心、上記固定鉄心の上記コイルの磁束磁路中の上記空隙に面して、上記コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものと上記コイルの磁束方向と反対の着磁方向のものを一組として少なくとも一組以上配置した永久磁石を備えたことを特徴とする鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 2】 永久磁石は、固定鉄心の空隙面近傍に内包して接合されていることを特徴とする請求項 1 記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 3】 可動鉄心の形状は、一組の永久磁石に対して凸形状に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 4】 固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を放射状に積層して円筒状に形成されると共に、空隙は上記固定鉄心の内周面と上記可動鉄心の外周面とで形成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 5】 固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を同心円状に積層して円筒状に形成されると共に、空隙は円筒の径方向に形成されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 6】 交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、上記第一の固定鉄心と上記第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された可動鉄心、上記第一の固定鉄心の上記コイルの磁束磁路中の上記空隙に面して、上記コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものと上記コイルの磁束方向と反対の着磁方向のものとで構成された永久磁石を備えたことを特徴とする鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 7】 交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、上記第一の固定鉄心と上記第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された少なくとも一対以上の可動鉄心、上記第一の固定鉄心の上記コイルの磁束磁路中の上記空隙に面して、上記コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものと上記コイルの磁束方向と反対の着磁方向のものを一組として、上記一対の可動鉄心が同一方向に振動するように複数組配置した永久磁石を備えたことを特徴とする鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 8】 交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、上記第一の固定鉄心と上記第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された少なくとも一対以上の可動鉄心、上記第一の固定鉄心の

上記コイルの磁束磁路中の上記空隙に面して、上記コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものと上記コイルの磁束方向と反対の着磁方向のものを一組として、上記一対の可動鉄心が対向して振動するように複数組配置した永久磁石を備えたことを特徴とする鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 9】 可動鉄心は、この可動鉄心の移動方向にほぼ垂直な面を有する積層鋼板であり、この積層鋼板の一部を接合して固定点を設けたことを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 10】 永久磁石に、空隙に面して非磁性体を接合したことを特徴とする請求項 1、3 から 9 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 11】 永久磁石は、第一の固定鉄心の空隙面近傍に内包して接合されていることを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 12】 第一の固定鉄心、第二の固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を放射状に積層して円筒状に形成すると共に、空隙は円周面に形成されていることを特徴とする請求項 6 から 11 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子。

【請求項 13】 請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子を有し、上記鉄心可動型リニア振動子の可動鉄心がシリンダと一体化され、上記可動鉄心に働く駆動力で上記シリンダが往復振動するように構成したことを特徴とするリニア圧縮機。

【請求項 14】 請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子を有し、上記鉄心可動型リニア振動子の可動鉄心が支持部材を介してピストンと一体化され、上記可動鉄心の駆動力で上記ピストンが往復振動するように構成したことを特徴とするリニア圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コイルと永久磁石によって可動鉄心が往復振動をする鉄心可動型リニア振動子に関するものである。また、本発明のリニア振動子を有し、このリニア振動子の駆動力によってピストンシリンダ間の容積を変化させ、作動流体を圧縮するリニア圧縮機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来例 1. 従来よりリニア型の振動子を用いて往復運動を行いシリンダ内の作動流体に圧力波を発生させる圧縮機はリニア圧縮機として知られている。

図 18 は、米国特許 5 525 845 号公報に開示された、従来のリニア型振動子を用いた圧縮機を示す構成図である。図において、1 は交番電流を流すコイル、2 は固定鉄心、3 は永久磁石、4 はコイル 1 と永久磁石 3 と

の間に形成された空隙、5は永久磁石3を支持する支持部材、6はバックヨーク、7はバックヨーク6を保持する保持部材、8は軸心がずれないようにするためのコンプライアンス機構、9はピストン、10はシリンダ、11は共振バネであり、可動部重量と共振バネ11とで決まる共振周波数と、振動子周波数とを一致させて共振動作させる。

【0003】次に動作について説明する。コイル1に交番電流を通電すると、永久磁石3に働く電磁力が支持部材5を介してピストン9に伝わり、シリンダ10との間で相対往復運動を行って容積を変化させて圧縮機として動作する。

【0004】従来例2、永久磁石とコイルの両方が固定鉄心側にあり、鉄心のみが可動する振動子としては、電気学会研究会資料リニアドライブ研究会LD-96-118に記載されているものがある。図19は、上記公知資料における鉄心可動型リニア振動子を示す構成図である。図において、1は交番電流を流すコイル、2は固定鉄心、3はN極、S極を形成する永久磁石、4はコイル1と永久磁石3との間に形成された空隙、12は可動鉄心である。

【0005】次に動作について説明する。上記のような構成において、コイル1に交番電流を通電すると、電機子磁界と永久磁石3の磁界は重畳され、例えば、永久磁石3に上記図19の矢印に示すように、可動鉄心12に対して往復振動磁界を発生して可動鉄心12は振動する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例1のように、磁石可動型で圧縮機などを構成する場合、可動部の軽量化を目的として可動磁気回路が永久磁石3のみで構成される。上記構成では、永久磁石3の磁束は空隙4中に発生しているが、永久磁石3が空隙中心から変位して配置された場合には、その変位を拡大する方向に移動し、固定鉄心2あるいはバックヨーク6に吸着しようとする。従って、コンプライアント機構8を工夫したり、支持部材5自身と保持部材7の剛性及び組立精度を確保せねばならないなど、振動子の構成が複雑になる、製造が困難になるという問題点があった。

【0007】また、上記従来例2に示す振動子は、コイル1が発生する磁束磁路が磁気抵抗の大きな永久磁石3を避けた構成となっているために、コイル1の発生磁界の磁気抵抗は、ほぼ空隙4の磁気抵抗のみとなるが、空隙4は一般に微小ギャップで構成されるために磁気抵抗が小さく、コイル1の自己インダクタンスが大きくなってしまふ。その結果として力率が低下し、コイル端子電圧が大きくなってしまふ、電気的時定数が大きくなってしまふ応答性が低下するなどの問題点があった。また、コイル1が発生する磁束磁路は、磁気抵抗の大きな永久磁石3を避けた構成となっているために、可動鉄心12

の往復振動にともない空隙4の磁路が急激に変化し、自己インダクタンスがそれにもなって変化するため、結果的に端子電圧が変動して、振動子の電気的な制御性が低下してしまうという問題点もあった。

【0008】また、上記従来例1、2とも、一つのコイルにつき可動鉄心をつつしか設けることができないため、複数の可動子が振動する振動子を構成する場合においては、可動子の数だけコイルを必要とするという問題点もあった。

【0009】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、コイルインダクタンスが小さく高効率な鉄心可動型リニア振動子を得ることを目的とする。また、軽量で簡単な構造の鉄心可動型リニア振動子を得ることを目的とする。また、一つのコイルで複数の可動鉄心を駆動できる鉄心可動型リニア振動子を得ることを目的とする。また、本発明の鉄心可動型リニア振動子を有して、高効率で、軽量・簡便なリニア圧縮機を得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明に係る鉄心可動型リニア振動子は、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された固定鉄心、この固定鉄心と空隙を介して配置された可動鉄心、固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面して、コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の着磁方向のものとを一组として少なくとも一組以上配置した永久磁石を備えたものである。

【0011】また、永久磁石は、固定鉄心の空隙面近傍に内包して接合されているものである。

【0012】また、可動鉄心の形状は、一組の永久磁石に対して凸形状に形成されているものである。

【0013】また、固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を放射状に積層して円筒状に形成されると共に、空隙は固定鉄心の内周面と可動鉄心の外周面とで形成されているものである。

【0014】また、固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を同心円状に積層して円筒状に形成されると共に、空隙は径方向に形成されているものである。

【0015】また、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、第一の固定鉄心と第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された可動鉄心、第一の固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面して、コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の着磁方向のものとで構成された永久磁石を備えたものである。

【0016】また、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、第一の固定鉄心と第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された少な

くとも一対以上の可動鉄心、第一の固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面して、コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の着磁方向のものとを一組として、一対の可動鉄心が同一方向に振動するように複数組配置した永久磁石を備えたものである。

【0017】また、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、第一の固定鉄心と第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された少なくとも一対以上の可動鉄心、第一の固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面して、コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の着磁方向のものとを一組として、一対の可動鉄心が対向して振動するように複数組配置した永久磁石を備えたものである。

【0018】また、可動鉄心は、この可動鉄心の移動方向にほぼ垂直な面を有する積層鋼板であり、この積層鋼板の一部を接合して固定点を設けたものである。

【0019】また、永久磁石に、空隙に面して非磁性体を接合したものである。

【0020】また、永久磁石は、第一の固定鉄心の空隙面近傍に内包して接合されているものである。

【0021】また、第一の固定鉄心、第二の固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を放射状に積層して円筒状に形成すると共に、空隙は円周面に形成されているものである。

【0022】また、この発明に係るリニア圧縮機は、請求項1から6のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子を有し、鉄心可動型リニア振動子の可動鉄心がシリンダと一体化され、可動鉄心に働く駆動力でシリンダが往復振動するように構成したものである。

【0023】また、請求項1から12のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子を有し、鉄心可動型リニア振動子の可動鉄心が支持部材を介してピストンと一体化され、可動鉄心の駆動力でピストンが往復振動するように構成したものである。

【0024】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1による鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。図において、1は交番電流を流すと交番磁界を発生するコイル、2はコイル1の発生磁束磁路を形成する固定鉄心、3a、3bは固定鉄心2に接合され、コイル1の磁束磁路中に配置された永久磁石である。図における永久磁石3の矢印は着磁方向を示すものであり、永久磁石3aは図示した座標軸の+x方向、永久磁石3bは-x方向にそれぞれ着磁されている。永久磁石3a、3bは一体の永久磁石で構成するか、または着磁方向の異なる2つ以上のセグメント磁石を配置するなどして構成できる。4は磁路を形成する固定鉄心2と可動鉄心12とを分離する空隙である。なお、図中の点線矢印は、コイル1に紙面手前から奥に向かう方向へ電流を

流すことによって発生する磁界を示す。

【0025】次に動作について説明する。図1に示す可動鉄心12の位置を中立位置とする。図に示すように、コイル1上部の永久磁石3a及びコイル1下部の永久磁石3bの着磁方向とコイル1の発生磁界方向とが同一であるため、コイル1上部の永久磁石3a及びコイル1下部の永久磁石3bは増磁し、コイル1上部の永久磁石3b及びコイル1下部の永久磁石3aの着磁方向とコイル1の発生磁界方向とが異なるため、コイル1上部の永久磁石3b及びコイル1下部の永久磁石3aは減磁する。従って、コイル1の発生磁界と永久磁石3a、3bの磁界との合成磁界は図2に示す矢印のようになり、可動鉄心12は、合成磁界の磁路を形成する位置へ移動し推力を発生する。また、電流を反転した場合には、同様の原理により-y方向へ移動するため、交番電流をコイル1に通電すると、可動鉄心12は±y方向に往復振動する。

【0026】以上のように、この実施の形態1によれば、上記図1に示す磁路構成から明らかなように、コイル1の発生磁束磁路中に永久磁石3が配置されるために、コイルインダクタンスを小さくできる効果が得られる。また、永久磁石3の磁束を直接利用するので高効率を得られる効果がある。また、可動部に永久磁石3がなく鉄心のみであるため、上記従来例1のような複雑な構成は必要とせず、振動子の構造を簡単且つ軽量化できる効果が得られる。

【0027】なお、上記図1で示した構成では、一組の永久磁石3a、3bに対して可動鉄心12は凸形状に、二組の永久磁石を合わせて逆コの字状となっているが、これは、可動鉄心12が移動する場合のパーマネンス変化を大きくする作用を有しており振動子の推力を増大させる効果がある。しかしながら、図3に示すような、長方形の可動鉄心12でも、推力は図1の可動鉄心12と比べてやや低下するものの振動子として動作する。図3のような可動鉄心12は、逆コの字状ではなく長方形であるので、可動子形状が単純であり、量産性に優れた振動子を得られる効果がある。

【0028】また、図4に示すように、空隙4を、アルミ、ステンレス、プラスチック、テフロンなどの非磁性体13で増長させたり、図5に示すように、永久磁石3a、3bを固定鉄心2の空隙面近傍に内包して、固定鉄心2を永久磁石3a、3bの短絡磁束により磁気飽和させて実効的に透磁率を低下させた場合でも、上記実施の形態1と同様の効果が得られる。また、非磁性体13を摩擦係数の小さいテフロン、ポリイミドなどの樹脂で構成した場合、可動鉄心12を非磁性体13に接触させて摺動させることができ、軸受を省略できる効果も得られる。

【0029】また、図6に示すように、永久磁石3a、3bの配置を、固定鉄心2の上端部に1カ所にまとめた

構成とすれば、固定鉄心2と永久磁石3a、3bとの取り付け箇所を低減できるため、組立性が向上する効果も得られる。

【0030】また、図7に示すように、上記図1の磁路構成二個分を一体化したのも考えられる。固定鉄心2を一体化できるために、量産化時の組立性が向上する。また、可動鉄心12は同一構造で成立するので、部品共用化が可能となり低コストに生産が可能となる効果が得られる。

【0031】実施の形態2。リニア振動子の固定鉄心2及び可動鉄心12は、上記図1に示す断面形状で構成するが、交番磁界が発生して渦電流を生じるため、リニア振動子の固定鉄心2及び可動鉄心12を積層鋼板にして、渦電流による損失を低減することが考えられる。

【0032】図8は、この発明の実施の形態2による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。図に示すように、上記図1に示すリニア振動子を平板に積層した例である。このような平板型で構成すると、渦電流による損失を低減すると共に、振動子自体が薄型化できるといふ効果が得られる。

【0033】実施の形態3。しかしながら、ピストン—シリンダが相対的に往復振動する圧縮機に、上記図8に示すような平板型振動子を組み込むためには、別途駆動力をピストンまたシリンダに伝達する支持部材が必要となる。そこで、本実施の形態では、固定鉄心2及び可動鉄心12を円筒状に構成し、圧縮機のシリンダと可動鉄心12とを簡易な構造で一体化させて、支持部材を省略させるものである。

【0034】図9は、この発明の実施の形態3による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図であり、本来は360度の円筒で構成されるが、これを90度分だけ抜き出したものである。図において、円筒状に構成した場合の永久磁石3の着磁方向は半径方向となる。

【0035】図に示すように、上記図1に示すリニア振動子を円筒状に構成した例であり、固定鉄心2及び可動鉄心12は、積層鋼板を放射状に積層して円筒状に形成されている。また、この構成では、空隙4は円筒の円周面、即ち、可動鉄心外周面と、固定鉄心2の内周面との間に形成される。

【0036】図10は、上記図9におけるリニア振動子をシリンダと一体化させる例を示す断面図である。図において、10はシリンダ、14ははめ合い部材、15はネジである。図10(a)に示すように、シリンダ10の上下端部にははめ合い部材14を設け、このはめ合い部材14を貫通するネジ15により、はめ合い部材14をシリンダ方向に圧接して一体化する。これにより、シリンダ10と可動鉄心12との一体化が容易に可能となり、量産性に優れた圧縮機が得られる効果がある。

【0037】さらに、図10(b)に示すように、はめ合い部材14の形状をテーパー状に形成することは、シリ

ンダ10と可動鉄心12との接圧力を強め、シリンダ10と可動鉄心12との一体化をより強固にできる。

【0038】実施の形態4。上記図9に示した積層構造では、積層鋼板を放射状に積層して固定鉄心2及び可動鉄心12を円筒状に形成するので、積層鋼板の側面をテーパー形状にする必要があり、量産性が低下する。そこで、本実施の形態では、積層鋼板を同心円状に積層して、固定鉄心2及び可動鉄心12を円筒状に形成するものである。

【0039】図11は、この発明の実施の形態4による鉄心可動型リニア振動子を示す構成図であり、図11(a)は斜視図、図11(b)は下面図である。図に示すように、固定鉄心2及び可動鉄心12は、半円状の積層鋼板が同心円状に積層されている。また、上記実施の形態3では、空隙4は円筒の内周面に形成されていたが、本実施の形態では、空隙4は、円筒の後方向に形成されている。従って、本実施の形態の空隙面は、上記実施の形態3のそれに比べて狭く、振動子の推力はやや劣る。

【0040】また図12は、この発明の実施の形態4による別の鉄心可動型リニア振動子を示す構成図であり、図12(a)は斜視図、図12(b)は下面図である。上記図12では、可動鉄心12と固定鉄心2がほぼ180度ずつの2分割で構成したものであるが、これをさらに分割して、上記図13に示すように、可動鉄心12を90度、固定鉄心2を90度の4分割にしても良い。

【0041】図13は、上記図11及び図12における振動子をシリンダと一体化させる例を示す斜視図である。シリンダ10と可動鉄心12とは、やきばめなどにより嵌合して一体化する。または、シリンダ10と可動鉄心12とにネジを切って、ネジ締めによりシリンダ10と可動鉄心12とを一体化させる。

【0042】実施の形態5。図14は、この発明の実施の形態5による鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。図において、21は第一の固定鉄心、22は第二の固定鉄心、41は第一の空隙、42は第二の空隙、12a、12bは可動鉄心である。永久磁石の配置を3a・3b—3b・3aとすると、上記実施の形態1と同様の原理により、可動鉄心12a、12bはそれぞれ同一方向(±y方向)に往復振動する。

【0043】図に示すように、上記図1における可動鉄心12を、可動鉄心12a、12bと第二の固定鉄心22とに分割することにより、可動鉄心12a、12bの重量が低減され、軽量の可動鉄心を得る効果がある。なお、可動鉄心12a、12bがいずれか一つ、及び永久磁石3a、3bが一組でも可動することは言うまでもない。

【0044】また、図14(b)は、上記図14(a)に示した構成と異なり、永久磁石の配置が3a、3b—3a、3bとなっている。このような構成にすると、コ

イル1上部の永久磁石3aの着磁方向とコイル1の発生磁界方向とが同一であるため、コイル1上部の永久磁石3aは増磁し、コイル1上部の永久磁石3bの着磁方向とコイル1の発生磁界方向とが異なるため、コイル1上部の永久磁石3bは減磁する。従って、可動鉄心12aは、+y方向に移動する。また、コイル1下部の永久磁石3bの着磁方向とコイル1の発生磁界方向とが同一であるため、コイル1下部の永久磁石3bは増磁し、コイル1下部の永久磁石3aの着磁方向とコイル1の発生磁界方向とが異なるため、コイル1下部の永久磁石3aは減磁する。従って、可動鉄心12bは-y方向に移動する。

【0045】このように、可動鉄心12a、12bは対向して振動することが可能となる。これにより、可動鉄心12a、12bの往復振動によって生じる加振力を互いに相殺できるために、リニア振動子自体の振動騒音を著しく低減できるという効果が得られる。

【0046】実施の形態6. 図15は、この発明の実施の形態6による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。図において、16は積層鋼板で構成された可動鉄心12を固定する鋼板固定部材である。また、A、Cは積層鋼板端部、Bは可動鉄心12の永久磁石3a、3bと対向する部位である。上記図6における固定鉄心2がU字状に形成され、図14に示した第2の固定鉄心22の役割も兼ねている。上記実施の形態1と同様の原理で、コイル1に交番電流を通電することにより発生する磁束と、永久磁石3a、3bとの合成磁界が図で上下方向に振動するために、可動鉄心12も往復振動する。

【0047】可動鉄心12は積層鋼板で構成され、積層鋼板端部A、Cを鋼板固定部材16と接合することで、積層鋼板端部A、Cを固定端とするバネを形成する。本構成では、積層鋼板は磁気回路を構成として作用すると共に、積層鋼板端部A、Cを固定端として板バネとしても作用する。従って、上記従来例1におけるような共振バネ11が不要となり、軽量で簡単な構造の振動子を得られる効果がある。

【0048】また、斜線部で示した部位Bは、可動鉄心12のうち永久磁石3a、3bと対向する部位であるが、この部分はカシメあるいは接着などにより一体化する。部位Bを一体化することにより、磁束が貫通して積層板材が互いに反発することを抑える効果が得られる。

【0049】なお、本実施の形態における可動鉄心と板バネとを兼ねた構成を、上記実施の形態5の構成にそのまま適用しても、同様の効果を得ることができる。

【0050】実施の形態7. 図16は、この発明の実施の形態6によるリニア圧縮機を示す断面図であり、上記図9に示した円筒型リニア振動子をリニア圧縮機に搭載した例である。図において、9は可動するシリンダ10の内部に静止して配置されたピストン、11は圧縮機を共振系で動作させる共振バネであり、コイル通電周波数

と可動部質量と共振バネ11とによって決まる機械系共振周波数を一致させることにより、圧縮機を高効率且つ高力率に動作させることができる。17は図示しない低圧部と接続され低圧部からのガス吸入時にのみ開弁状態となる吸入弁、18は図示しない高圧部へ接続され高圧部への吐出時のみ開弁して圧縮ガスを排出する吐出弁である。吸入弁17及び吐出弁18の構成としては、一般的な圧縮機で構成されるリード弁が考えられる。また、弁動作を制御する場合は電磁弁なども考えられる。

【0051】なお、永久磁石3a、3bの着磁方向は、上記図1で定義した場合と同様であるが、上記図16の矢印に示すように、180度断面図上では磁石磁界方向及び電流方向は中心軸を対称に逆に描かれる。また、シリンダ10と可動鉄心12とは接合され、一体となって動作するように構成されている。

【0052】次に動作について説明する。上述したように、コイル1に交番電流を通電すると可動鉄心12は往復振動する。可動鉄心12と接続されたシリンダ10も、可動鉄心12の駆動力により往復振動を開始する。シリンダ10がピストン9から遠ざかる方向へ移動すると、ピストン-シリンダで構成される圧縮室は負圧となり、低圧部との差圧を生じて吸入弁17が開弁して作動流体を吸入する。この時に、吐出弁18は閉弁状態である。シリンダ10が下死点（ピストン-シリンダ間が最も離れる位置）を過ぎると、シリンダ10の移動向きはピストン9側へ反転する。その際に吸入弁17が閉じて作動流体が加圧され、圧縮行程が始まる。シリンダ10がピストン9側へ移動するに従い圧縮が進み圧力は上昇する。やがて所定の圧力に達すると吐出弁18が開弁してシリンダ10が上死点（ピストン-シリンダが最も近接する位置）に達するまで、圧縮された作動流体を高圧部へ送り込み続ける。上死点に達したシリンダ10は移動方向を反転する。その際に吐出弁18は閉じ、吸入弁17は開いて吸入行程に入る。以上の動作を繰り返すことで圧縮機として動作する。

【0053】なお、本構成の以上の動作において、吸入弁17の開弁と同時に吐出弁18を開くと圧縮動作は無く、単に作動流体を移動させるだけのポンプとしても動作させることもできる。

【0054】また、吸入弁17、吐出弁18の取り付け位置が、互いに入れ替わった場合でも、圧縮機として同様の機能を有することは言うまでもない。また、図において、吸入弁17、吐出弁18はリード弁としたが、リード弁以外の弁方式であっても本発明と同じ構成の圧縮機として動作する。

【0055】また、吸入弁17をシリンダ10に、吐出弁18をピストン9に、あるいは吐出弁18をシリンダ10に、吸入弁17をピストン9に設けた構成においても、同様に可動鉄心12の往復振動により吸入圧縮が繰り返され、圧縮機として動作することは言うまでもな

い。

【0056】以上のように、この発明の実施の形態7によるリニア圧縮機は、本発明によるリニア振動子を有しているため、インダクタンス変化が小さく高効率なリニア圧縮機を得られる効果がある。また、コイル1の無通電時においては、可動鉄心12が中立位置に磁氣的安定を持ち、磁気バネ作用があるために、共振バネ11のバネ定数を軽減して共振バネ11を小型化できる効果が得られる。また、可動鉄心とシリンダが一体化できるために、簡便な構成のリニア圧縮機を得られる効果がある。

【0057】実施の形態8。図17は、この発明の実施の形態8によるリニア圧縮機を示す断面図であり、上記図14(b)のリニア振動子をリニア圧縮機に搭載した例である。上記図14(b)のリニア振動子は、可動鉄心12a、12bとが対向して振動する対向型振動子であるので、これを用いれば、対向2気筒型リニア圧縮機に適用できる。図17は、上記図14(b)に示す断面形状の振動子を、上記図9と同様に円筒積層構造で構成した場合の断面図である。図において、5は可動鉄心12に加わる往復駆動力をピストン9に伝える支持部材である。なお、吸入弁17は、図示しない低圧部へ接続され、吐出弁18は、図示しない高圧部へ接続されているものとする。

【0058】次に動作について説明する。コイル1に通電すると、上記実施の形態5で説明した原理で、可動鉄心12aと12bとは互いに逆向き方向に往復振動しピストン9を動かす。ピストン9がそれぞれ下死点方向へ移動する時にシリンダ10に設けられた吸入弁17が開き、ピストン9が上死点方向へ移動圧縮する際に所定の圧力に達したら吐出弁18を開き高圧ガスを吐出して圧縮機として動作する。

【0059】以上のように、この発明の実施の形態8によるリニア圧縮機は、本発明によるリニア振動子を有しているため、ピストン移動の位相が反転し、圧縮機本体に発生する振動を相殺して、低振動・低騒音化できる効果が得られる。また、一つのコイルで2つの可動鉄心を駆動できるため、部品コスト、制御回路が低減できる効果も得られる。

【0060】なお、上記実施の形態8では、可動鉄心は2個としたが、同様の原理により2個以上の複数の可動鉄心を往復振動させることが可能であることは言うまでもない。

【0061】また、上記実施の形態8では、上記図14(b)のリニア振動子をリニア圧縮機に搭載した例であったが、可動鉄心12を支持部材5を介してピストン9に接続する構成とすれば、上記各実施の形態で説明した全てのリニア振動子に適用できることは言うまでもない。

【0062】また、上記実施の形態7及び8で圧縮機として説明したものは、同時に流体移送ポンプとしての機

能を兼ね備えている。また吸入弁、吐出弁の開放タイミングによってポンプとしてのみ動作できる。従って、上記実施の形態7及び8をポンプに適用した場合においても、同様の効果が得られることはいうまでもない。

【0063】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によれば、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された固定鉄心、この固定鉄心と空隙を介して配置された可動鉄心、固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面して、コイルの磁束方向と同じ若磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の若磁方向のものとを一組として少なくとも一組以上配置した永久磁石を備えたので、コイルインダクタンスが小さく高効率な振動子を得られる効果がある。また、軽量で簡単な構造の振動子を得られる効果がある。

【0064】また、請求項2記載の発明によれば、永久磁石は、固定鉄心の空隙面近傍に内包して接合されているので、量産性に優れた振動子を得られる効果がある。

【0065】また、請求項3記載の発明によれば、可動鉄心の形状は、一組の永久磁石に対して凸形状に形成されているので、可動鉄心の推力を増大させる効果が得られる。

【0066】また、請求項4記載の発明によれば、固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を放射状に積層して円筒状に形成されると共に、空隙は固定鉄心の内周面と可動鉄心の外周面とで形成されているので、圧縮機などに振動子を搭載する場合、シリンダなどとの一体化が容易にできる効果が得られる。

【0067】また、請求項5記載の発明によれば、固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を同心円状に積層して円筒状に形成されると共に、空隙は径方向に形成されているので、圧縮機などに振動子を搭載する場合、積層鉄心の形成及びシリンダなどとの一体化が容易にでき、請求項4記載のものに比べて量産性の高い振動子を得られる効果がある。

【0068】また、請求項6記載の発明によれば、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、第一の固定鉄心と第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された可動鉄心、第一の固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面して、コイルの磁束方向と同じ若磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の若磁方向のものとで構成された永久磁石を備えたので、軽量の振動子を得られる効果がある。

【0069】また、請求項7記載の発明によれば、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、第一の固定鉄心と第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された少なくとも一対以上の可動鉄心、第一の固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面し

10

20

30

40

50

て、コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の着磁方向のものとを一組として、一对の可動鉄心が同一方向に振動するように複数組配置した永久磁石を備えたので、一つのコイルで複数の可動鉄心を駆動できる効果が得られる。

【0070】また、請求項8記載の発明によれば、交番磁界を発生するコイル、このコイルに固定された第一の固定鉄心、この第一の固定鉄心に対向して配置された第二の固定鉄心、第一の固定鉄心と第二の固定鉄心との間に空隙を介して配置された少なくとも一对以上の可動鉄心、第一の固定鉄心のコイルの磁束磁路中の空隙に面して、コイルの磁束方向と同じ着磁方向のものとコイルの磁束方向と反対の着磁方向のものとを一組として、一对の可動鉄心が対向して振動するように複数組配置した永久磁石を備えたので、一つのコイルで複数の可動鉄心を駆動できる効果が得られる。また、一对の可動鉄心が対向して振動するため、加振力を互いに相殺でき、低振動・低騒音の振動子を得られる効果がある。

【0071】また、請求項9記載の発明によれば、可動鉄心は、この可動鉄心の移動方向にほぼ垂直な面を有する積層鋼板であり、この積層鋼板の一部を接合して固定点を設けたので、共振パネを省略でき、軽量で簡単な構造の振動子を得られる効果がある。

【0072】また、請求項10記載の発明によれば、永久磁石に、空隙に面して非磁性体を接合したので、高効率な振動子を得られる効果がある。

【0073】また、請求項11記載の発明によれば、永久磁石は、第一の固定鉄心の空隙面近傍に内包して接合されているので、高効率な振動子を得られる効果がある。

【0074】また、請求項12記載の発明によれば、第一の固定鉄心、第二の固定鉄心及び可動鉄心は、積層鋼板を放射状に積層して円筒状に形成すると共に、空隙は円周面に形成されているので、圧縮機などに振動子を搭載する場合、シリンダなどとの一体化が容易にできる効果が得られる。

【0075】また、請求項13記載の発明によれば、この発明に係るリニア圧縮機は、請求項1から6のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子を有し、鉄心可動型リニア振動子の可動鉄心がシリンダと一体化され、可動鉄心に働く駆動力でシリンダが往復振動するように構成したので、インダクタンス変化が小さく高力率なりニア圧縮機を得られる効果がある。また、軽量で簡単な構造のリニア圧縮機を得られる効果がある。

【0076】また、請求項14記載の発明によれば、請求項1から12のいずれか一項に記載の鉄心可動型リニア振動子を有し、鉄心可動型リニア振動子の可動鉄心が支持部材を介してピストンと一体化され、可動鉄心の駆動力でピストンが往復振動するように構成したので、イ

ンダクタンス変化が小さく高力率なりニア圧縮機を得られる効果がある。また、軽量で簡単な構造のリニア圧縮機を得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による鉄心可動型リニア振動子の動作原理を説明する図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による別の鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

【図4】 この発明の実施の形態1による別の鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

【図5】 この発明の実施の形態1による別の鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

【図6】 この発明の実施の形態1による別の鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

【図7】 この発明の実施の形態1による別の鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

【図8】 この発明の実施の形態2による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。

【図9】 この発明の実施の形態3による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。

【図10】 この発明の実施の形態3による鉄心可動型リニア振動子とシリンダとの一体化の例を示す断面図である。

【図11】 この発明の実施の形態4による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。

【図12】 この発明の実施の形態4による別の鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。

【図13】 この発明の実施の形態4による鉄心可動型リニア振動子とシリンダとの一体化の例を示す断面図である。

【図14】 この発明の実施の形態5による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。

【図15】 この発明の実施の形態6による鉄心可動型リニア振動子を示す斜視図である。

【図16】 この発明の実施の形態7によるリニア圧縮機を示す断面図である。

【図17】 この発明の実施の形態8によるリニア圧縮機を示す断面図である。

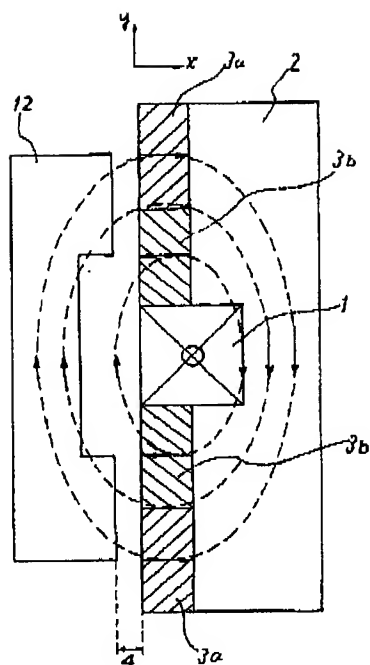
【図18】 従来のリニア圧縮機を示す断面図である。

【図19】 従来の鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

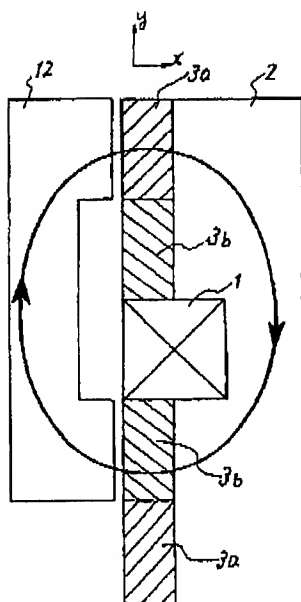
【符号の説明】

1 コイル、2 固定鉄心、3 a、3 b 永久磁石、4 空隙、5 支持部材、9 ピストン、10 シリンダ、11 共振パネ、12 可動鉄心、17 吸入弁、18 吐出弁

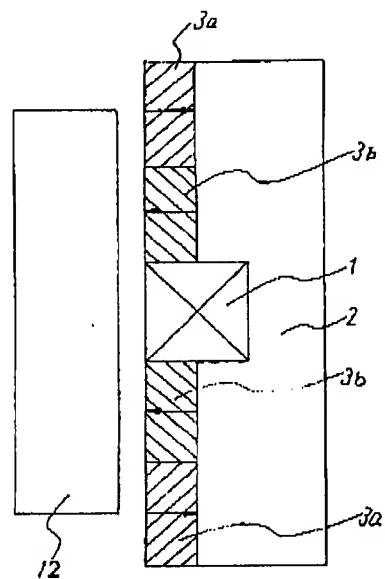
【図1】



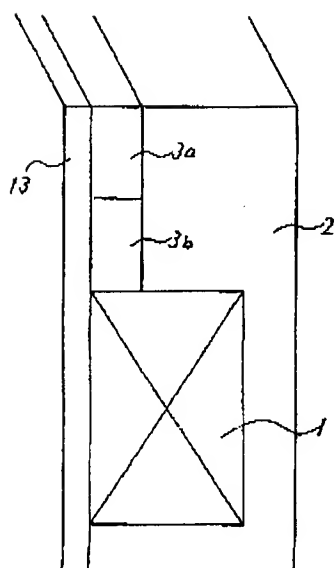
【図2】



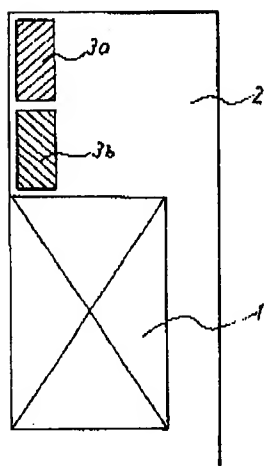
【図3】



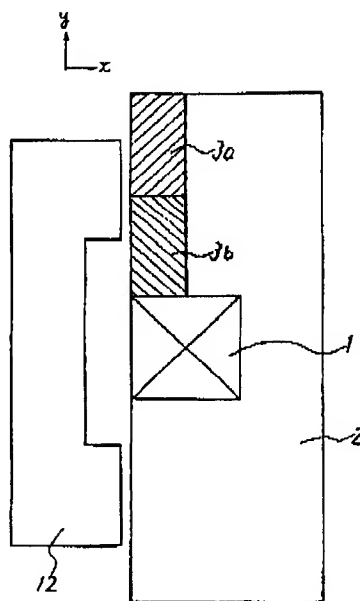
【図4】



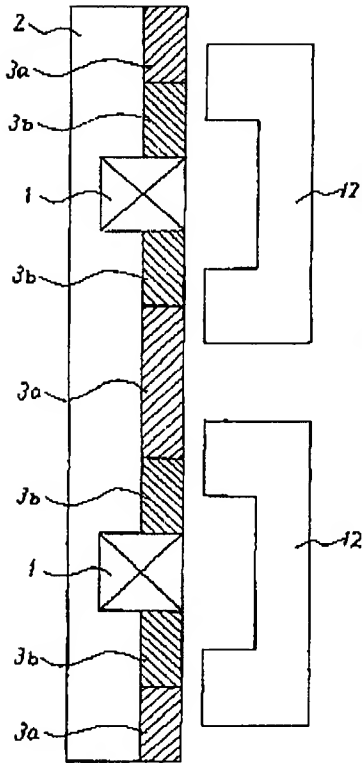
【図5】



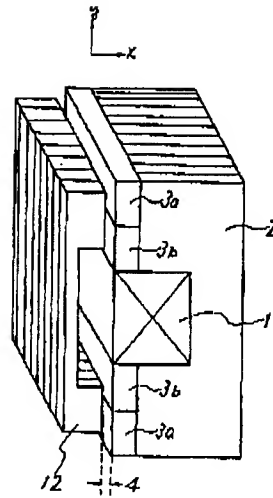
【図6】



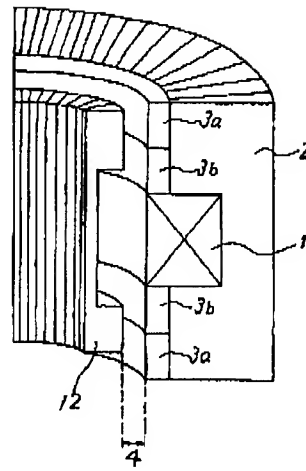
【図7】



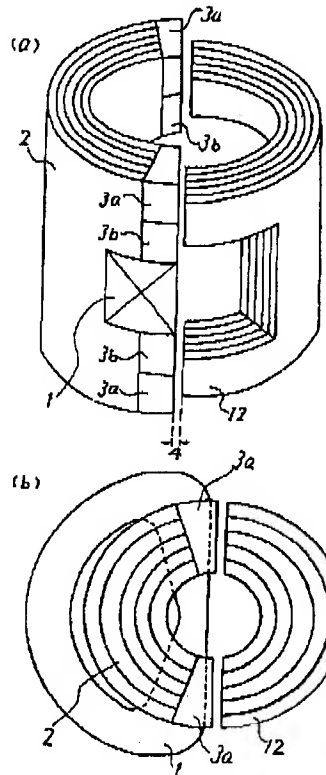
【図8】



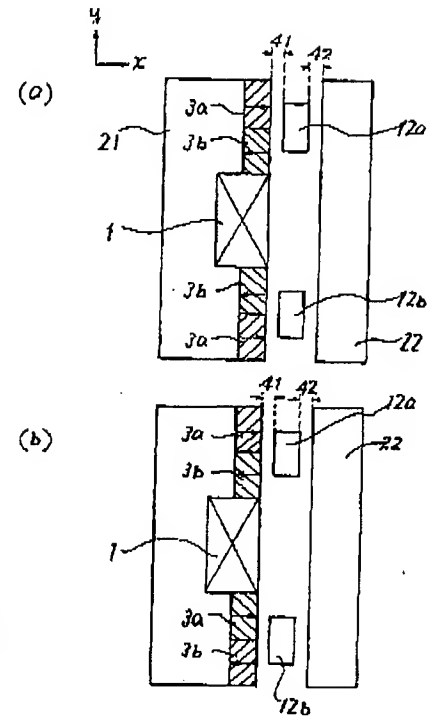
【図9】



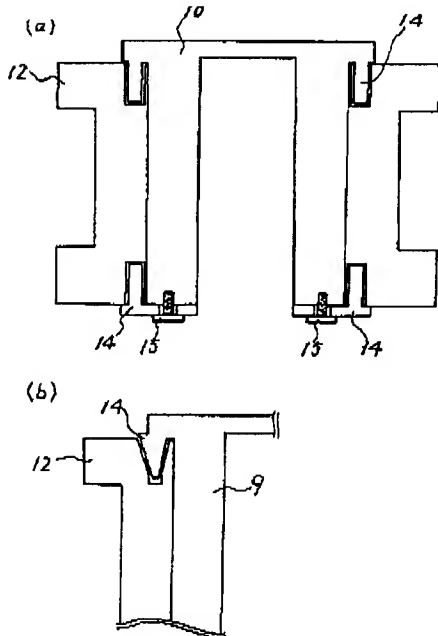
【図11】



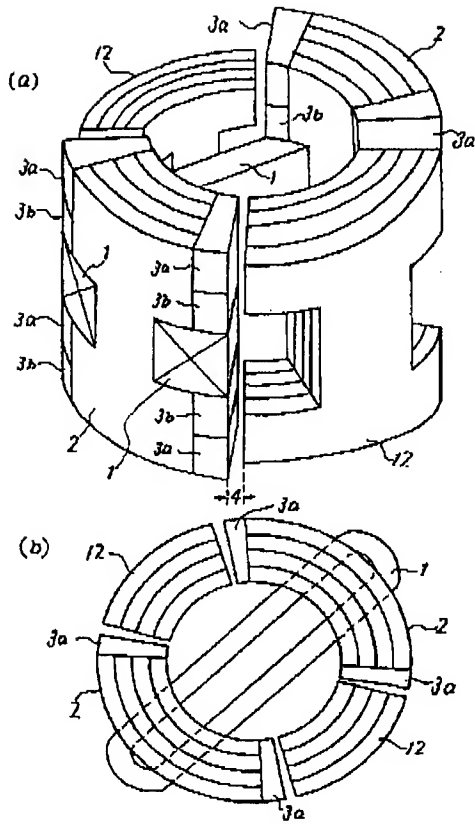
【図14】



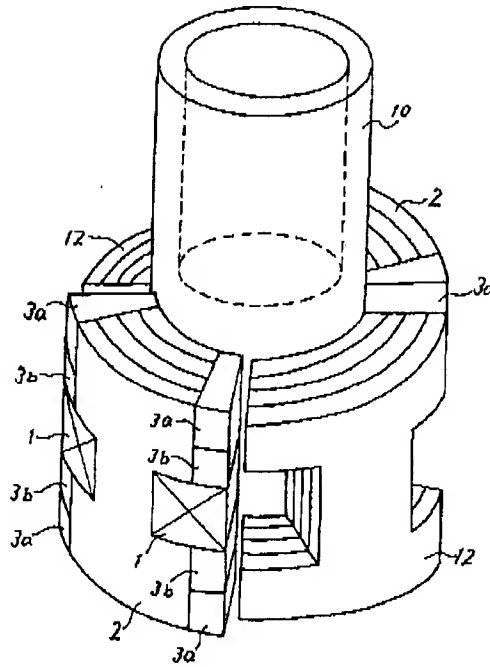
【図10】



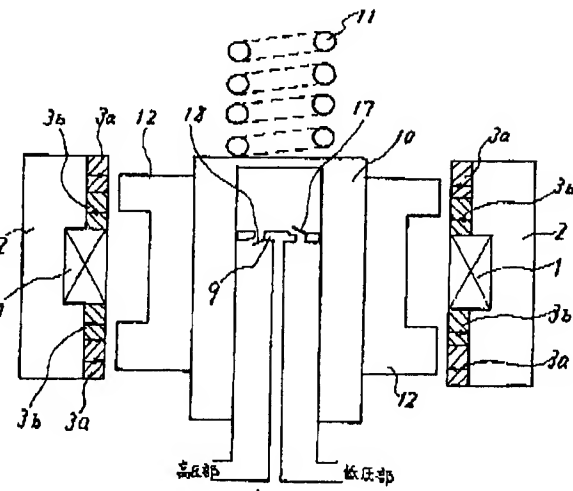
【図12】



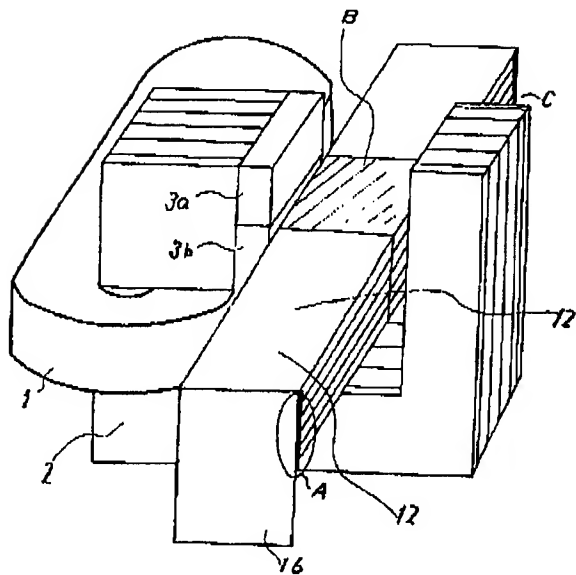
【図13】



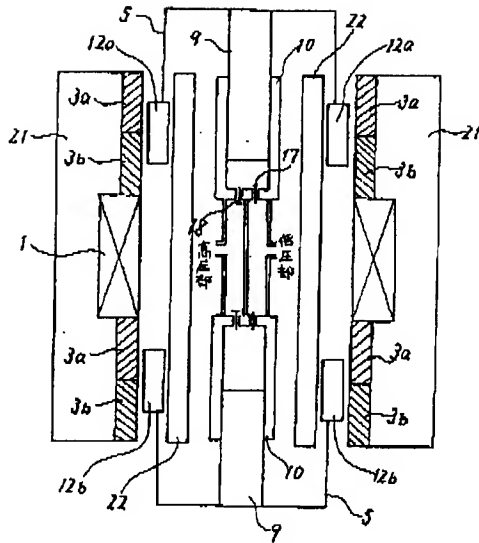
【図16】



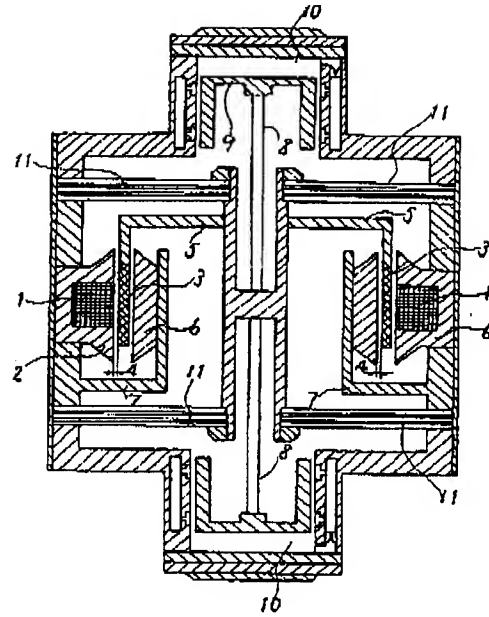
【図15】



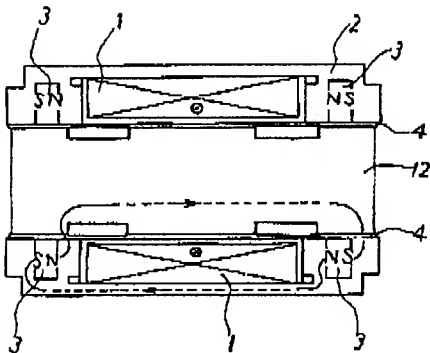
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 角田 昌之
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内